

## **ТЕХНОЛОГИЯ НАРАЩИВАНИЯ КРИСТАЛЛОВ ИЗ НАГРЕТЫХ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СУВЕНИРНОЙ ПРОДУКЦИИ**

**Белоконов Г.В.**

**Научный руководитель доц., канд. геол.-мин. наук Ананьев С.А.**

***Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Россия***

Целью данной работы является получение сувенирной продукции, используя оригинальную технологию наращивания кристаллов.

Для достижения цели был поставлен ряд задач. Прежде всего, было необходимо изучить сам процесс кристаллизации, как он протекает и при каких условиях. Так же нужно было подобрать вещество, кристаллы которого будут получаться в процессе наращивания. После выбора вещества следовало установить, на каких материалах (подложках) может осуществляться наращивание. Для отладки производства готовой продукции так же необходимо подобрать оборудование и технологический режим.

В природе образование кристаллических веществ может происходить различными путями: магматическим, осадочным, метаморфическим. Один из процессов природного минералообразования - гидротермальный, который традиционно является постмагматическим, представляет собой образование минералов, происходящее в земной коре на средних и малых глубинах с участием горячих водных растворов. Насыщенный раствор при смене условий, в которых он находится (температура, давление, состав и концентрация компонентов), способен раскристаллизоваться. Одним из главных факторов, ведущих к кристаллизации минералов из растворов, является температура. Чем равномернее и медленнее происходит остывание раствора, тем правильнее, качественнее и больше по размерам растут кристаллы.

Принцип искусственного процесса выращивания кристаллов основан на том, что при повышенной концентрации растворенного вещества в растворе избыток выходит из раствора, образуя твердую фазу. Большая часть опытов по выращиванию кристаллов использует технологию испарения воды с поверхности раствора. Благодаря испарению достигается повышенная концентрация растворенного вещества. Этот способ достаточно прост в применении, позволяет достичь определенных результатов, имеет свои плюсы и минусы.

В предлагаемой технологии наращивания кристаллов повышение концентрации растворенного вещества достигается за счет температурного воздействия на раствор без испарения воды, при этом количественные отношения компонентов остаются неизменными, в отличие от способа выращивания кристаллов за счёт испарения. Раствор нагревается и в нем растворяется вещество для кристаллизации. При повышении температуры раствора он способен растворить в себе большее количество вещества. При последующем остывании раствора минеральная составляющая выпадает в осадок и кристаллизуется, оседая на материале (подложке), опущенном в раствор и стенках сосуда. Благодаря тому, что система изолирована, достигается исключение контакта раствора с воздухом, что препятствует испарению, окислению раствора и образованию ненужных побочных продуктов. Процессы, происходящие при таком способе кристаллизации, аналогичны процессам, происходящим в природе.

Для наращивания кристаллов необходимо водорастворимое вещество и подложка – материал, на котором будут расти кристаллы. В серии опытов, целью которых был поиск подходящего кристаллизующегося вещества, испытывались

медный купорос, алюмокалиевые квасцы, красная кровяная соль (ККС) и желтая кровяная соль. Наилучшие результаты показала ККС - гексацианоферрат калия  $K_3[Fe(CN)_6]$ . ККС образует красные вытянутые призматические кристаллы и обеспечивает хорошее прорастание к подложке, лучшую степень ее площадного покрытия и хороший вид готового продукта. В дальнейшем, после отладки технологии существует возможность использования и других веществ для наращивания.

При выборе подложки необходимо избегать материалов, которые могут вступить в химическое взаимодействие с раствором ККС, таких как железо. Это может привести к разрушению подложки и загрязнению раствора. В качестве подложки можно использовать такие материалы, как ткань, дерево, пластик, бумага и другие. Выбор материала основан на степени его взаимодействия с образующимися кристаллами. В ходе ряда опытов хорошие результаты показала хлопчатобумажная ткань. Ткань при взаимодействии с кристаллами образует армированные друзы и приобретает жесткость. В дальнейшем эти соединения стабильны на воздухе и не разрушаются со временем при условии отсутствия воздействия на них динамических ударов. Для защиты кристаллов от влияния воздуха, влаги и пыли, они покрываются слоем лака путем распыления.

Для приготовления раствора необходимо растворить ККС в воде. Вода доводится до кипения с добавлением реактива по мере растворения. При повышении температуры раствора, взятое количество воды способно растворить в себе большее количество вещества. При достижении максимальной концентрации ККС при заданной температуре, раствор готов к дальнейшему использованию. После приготовления раствор переливается в сосуд, в котором будет происходить кристаллизация. В роли сосуда используется силиконовый пищевой контейнер. Он не взаимодействует с раствором, выдерживает высокие температуры и не способствует прочному прорастанию кристаллов к стенкам. Здесь стоит отметить то, что при переливании раствора в сосуд и при разогреве сосуда и бокса тратится до 40% тепла. При этом образуются мелкие кристаллы, покрывающие ровным слоем подложку, стенки и дно сосуда. Сосуд герметично закрывается крышкой, к которой прикреплена тканевая подложка, например в форме цветка. После этого он помещается в термоизолирующий бокс, оснащенный датчиком температуры для контролирования степени и скорости остывания раствора. В таком состоянии система остаётся до практически полного остывания (до уровня комнатной температуры). Такая технология позволяет замедлить скорость остывания и продлить этот процесс до 2-3 суток. После остывания бокс открывается, подложка с нарощенными кристаллами извлекается, избавляется от излишков раствора, просушивается и покрывается лаком.

Говоря о процессе остывания важно отметить, что степень охлаждения раствора прямо влияет на степень его раскристаллизованности. Иными словами, чем больше раствор охладился, тем больше растворенного вещества раскристаллизуется. На этом принципе и основана данная технология наращивания кристаллов из раствора.

Варьируя начальные условия, при которых протекает кристаллизация, мы можем влиять на процессы, происходящие в термобоксе. Повышая начальную температуру раствора, мы можем увеличить содержание ККС в исходном количестве воды. При остывании раствора это даст нам результат в виде большего количества раскристаллизовавшегося вещества. Стоит отметить, что из-за отсутствия необходимого технического оборудования, позволяющего создать максимальные температуру при подготовке раствора и последующего их плавного понижения при остывании, не удастся достичь максимальной концентрации ККС в исходном растворе. Но для достижения поставленной цели этого не требуется. Меняя размер сосуда, в котором будет происходить кристаллизация раствора, и количество исходного

раствора, можно так же влиять на количество раскристаллизованного вещества (в отношении количества вещества на единицу площади, процентное соотношение раствора и кристаллов останется прежним). Это может помочь регулировать количество кристаллов на подложке. Регулируя скорость остывания раствора, можно изменять размер кристаллов. При быстром падении температуры большая часть растворенного вещества кристаллизуется с большой скоростью, образуя мелкие кристаллы, которые, как правило, выпадают в осадок. Если же остывание раствора будет происходить достаточно медленно и равномерно, то вещество будет кристаллизоваться с меньшей скоростью, обеспечивая качественный рост кристаллов на стенках сосуда и на подложке.

Исследования данной технологии синтеза кристаллических веществ носит не только декоративно-прикладной характер, позволяющий получать оригинальную сувенирную продукцию, но и дает возможность разобраться в сути аналогичных процессов, протекающих в природе.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

М. П. Шаскольская "Кристаллы", Изд. Наука, 1985 г.

М. П. Шаскольская "Очерки о свойствах кристаллов" Изд. Наука 1987г.